

---

**21. Yüzyılda Su: Türkiye'yi Bekleyen Sorunlar ve  
Çözümler**  
*Water in 21st Century: Problems and Solutions in Turkey*

Oturum Yürütücüsü / Convener: Mehmet Ekmekci

---

## Geçiş Zonu ile Kırıklı Temel Kaya Arasındaki Yeraltısuyu Hareketine İlişkin Parametrelerin İzleme Deneyleriyle Belirlenmesi

Selda Serin ve Stefan Wohnlich

*Ruhr University, Department of Applied Geology, D-44801 Bochum, Almanya  
(E-posta: Serin.Selda@rub.de)*

---

Geçiş zonu ile kırıklı temel kayalar arasındaki (gözenekli veya kırıklı akifer) yeraltısuyu akımı ve taşınım süreçlerinin tanımlanmasına olan gereksinim bu konuda daha ayrıntılı araştırmaların yapılmasını gerektirmektedir. Geçiş zonu ile kırıklı temel kaya arasındaki etkileşimler, kayaçlardan oluşan ortamlarda yeraltısuyu beslenimini ve yeraltısuyu kalitesini belirler.

Bu çalışmada, iki farklı hidrostratigrafik birimde (kırıklı bir kayaç ve bunu üzerleyen bir kum katmanı) oluşan yeraltısuyu hareketi incelenmiştir. Bu kapsamda, süzülme, eğim açısı, çatlak açıklığı ve kum katmanının kalınlığına bağlı bir hidrolik sistem kurulmuştur. Laboratuvar deneylerinden elde edilen sonuçların modelleme yaklaşımları ile birlikte değerlendirilmesi, kırıklı akiferlerle olan geçiş zonundaki yeraltısuyu akımının anlaşılmasını sağlayacaktır.

Deneylerde, üst kesimlere uygulanan korunumlu izleyiciler (NaCl ve uranın) kullanılarak ve temel kayaçlarda boşalım ile kum katmanında yanal yüzeysel akış ölçülerek geçiş zonunda su akışının gözlenmesi olanaklı olmuştur. Temel kaya üzerinde doymun olmayan bölgede nem içeriği tansiyometrelerle ölçülmüştür.

İzleyicilerden elde edilen ilk sonuçlar, dar açıklığa [ $>1$  mm] sahip kırıklarda izleyicinin, açıklığı büyük daha geniş [20 mm] olan kırıklara oranla daha düşük hızlarda ilerlemesine karşın, temel kayaya olan beslenimin kırık açıklığına çok bağlı olmadığını ortaya koymuştur.

**Anahtar Sözcükler:** yeraltısuyu akışı, yeraltısuyu beslenimi, örtü, izleme deneyi, temel kaya, toprak nemi, doymun olmayan bölge

## Parameterisation of the Groundwater Movement Between Transition Zone and Fractured Bedrock Using Tracer Tests

Selda Serin & Stefan Wohnlich

*Ruhr University, Department of Applied Geology, D-44801 Bochum, Germany  
(E-mail: Serin.Selda@rub.de)*

---

The urgent need to characterize groundwater flow and transport processes between transition zone and fractured bedrocks (porous and fractured aquifer) requires more detailed research. The interactions between transition zone and fractured bedrock determine the groundwater recharge and groundwater quality in hard rock terrains.

In this study we examine the groundwater movement in a profile which is composed of two different hydrostratigraphic units (a fractured rock and above this a sand layer). A hydraulic system is created through the defined water infiltration and the adjustment of slope angle, fissure opening and thickness of the sand layer. Combining the result of laboratory experiments with modelling approaches shall comprehensive assessment of groundwater flow system between transition zone and fractured rock aquifers.

The water movement is observed at the transition zone using conservative tracer experiments (NaCl and Uranin) in regolith and measuring discharge in the bedrock and lateral runoff in the sand layer. Soil moisture is measured by tensiometers in the unsaturated zone above bedrock.

The first results from tracer tests indicated that the groundwater recharge in bedrock is little depended on fracture aperture, eventhough fractures with small opening [ $>1$  mm] exhibit less break through capacity than fracture with wide opening [20 mm].

**Key Words:** groundwater flow, groundwater recharge, regolith, tracer test, bedrock, soil moisture, unsaturated zone

## **Karaduvar (Mersin) Kıyı Akiferindeki Petrol Kirliliğinin ve Yeraltı Suyu Fiziksel Özelliklerinin Karakterizasyonu**

Cüneyt Güler, Can Akabulut ve Mehmet Ali Kurt

*Mersin Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü,  
33343 Çiftlikköy, Mersin (E-posta: canakbulut@mersin.edu.tr)*

---

Bu çalışmada, petrokimya ağırlıklı sanayi aktivitelerinin (rafineri, depolama ve dolum) yoğun olduğu Mersin-Kazanlı arasındaki Karaduvar kıyı akiferinde gözlenen petrol kirliliği ve kirliliğin yeraltı suyu fiziksel özellikleri üzerindeki etkileri karakterize edilmiştir. Eylül 2008’de bölgedeki mevcut sığ kuyulardan seçilen toplam 215 kuyuda yerinde (in-situ) çeşitli fiziksel parametrelere (çözünmüş oksijen, pH, Eh, elektrik iletkenlik) ait ölçümler yapılmıştır. Ayrıca bölgeden alınan sınırlı sayıda su numunesi, yeraltı suyuna karıştığı bilinen çeşitli petrol türevlerinin (BTEX) tespiti için GC-MS yöntemiyle analiz edilmiştir. Elde edilen sonuçlar, bir Coğrafi Bilgi Sistemi yazılımı ile oluşturulan dağılım haritalarından yararlanılarak yorumlanmıştır. Petrol kirliliğinin yoğun olarak gözleendiği bölgelerdeki çözünmüş oksijen konsantrasyonları 0,48–2,38 mg/L ve pH değerleri ise 6,87–7,6 aralığında değişmektedir. Akiferin kirlilikten etkilenmeyen kesimleriyle karşılaştırıldığında, kirlenmiş bölgelerdeki çözünmüş oksijen ve pH değerlerinin daha düşük değerler sergilediği gözlenmiştir. Ayrıca çalışma alanının genelinde gözlenen negatif redoks potansiyeli (Eh) değerlerinin genellikle kirliliğin ve düşük çözünmüş oksijen konsantrasyonlarının gözleendiği kesimlerde yoğunlaştığı söylenebilir. Elde edilen sonuçlar, akiferin kirlenen kesimlerinde anaerobik koşulların varlığını işaret etmekte ve fiziksel parametrelere ait değerlerin akiferde gerçekleşen çeşitli indirgenme tepkimelerinden etkilendiğini göstermektedir.

**Anahtar Sözcükler:** petrol kirliliği, yeraltı suyu, fiziksel parametre, redoks tepkimesi, Karaduvar.

## Characterization of Petroleum Pollution and Ground Water Physical Properties in the Karaduvar (Mersin) Coastal Aquifer

Cüneyt Güler, Can Akabulut & Mehmet Ali Kurt

*Mersin Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Çiftlikköy,  
TR–33343 Mersin, Türkiye (E-mail: canakbulut@mersin.edu.tr)*

---

In this study, petroleum hydrocarbon pollution and its effects on the ground water physical properties were characterized in Karaduvar coastal aquifer (located between Mersin-Kazanlı) where petrochemical industrial activities (e.g., refinery, storage and filling) are very intense. In September 2008, values of various physical parameters (dissolved oxygen, pH, Eh, electrical conductance) were measured in-situ in a total of 215 wells that were selected from available shallow wells in the area. Furthermore, a limited number of ground water samples taken from the area were analyzed by GC-MS method for various petroleum hydrocarbon derivatives (e.g., BTEX) that were known to occur in the polluted parts of the aquifer. Results obtained by this study were interpreted using spatial distribution maps of each parameter created utilizing Geographic Information System software. In highly contaminated parts of the area dissolved oxygen concentrations range between 0.48–2.38 mg/L and pH values between 6.87–7.6. In comparison to pollution-free parts of the aquifer, in contaminated parts dissolved oxygen and pH generally display lower values. Furthermore, negative redox potential values (Eh) are generally observed throughout the study area and lower Eh values are mostly restricted to polluted parts of the aquifer where low dissolved oxygen concentrations occur. Results obtained from this study suggest the presence of anaerobic conditions in polluted parts of the aquifer and values of physical parameters greatly affected by various redox reactions occurring in the aquifer.

**Key Words:** petroleum pollution, ground water, physical parameter, redox reaction, Karaduvar

## Gümüşhacıköy (Amasya) Akiferi'nin Yeraltısuyu Akım Modeli

Arzu Fırat Ersoy ve Fatma Gültekin

<sup>1</sup> *Karadeniz Teknik Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 61080 Trabzon  
(E-posta: arzufirat@gmail.com)*

Bu çalışmada, yeraltısuyu kullanımının gün geçtikçe arttığı ve buna bağlı olarak yeraltısuyu seviyesi değerlerinin son 15–20 yıl içinde ortalama 20–25 m. azaldığı Gümüşhacıköy (Amasya) Akiferi'ne ait yeraltısuyu akım modeli geliştirilmiştir. Toplam 1060.44 km<sup>2</sup>'lik drenaj alanına sahip havzada Gümüşhacıköy Akiferi 300.225 km<sup>2</sup>'lik bir alanda yayılım göstermektedir.

Gümüşhacıköy Akiferi'nde yeraltısuyu taşıyan birimler, Kuvaterner yaşlı alüvyon ile Pliyosen yaşlı Söğütlü Formasyonu'dur. Yeraltısuyu akım yönünün batıdan doğuya doğru olduğu akiferde beslenme, Geç Eosen yaşlı volkano-tortul kayalardan ve Geç Jura-Erken Kretase yaşlı kireçtaşlarından gerçekleşmektedir. Ovada boşalım ise sondaj kuyuları ile meydana gelmektedir.

Gümüşhacıköy Akiferi'ne ait yeraltısuyu akım modelinin oluşturulması kapsamında akiferin jeolojik ve hidrojeolojik özellikleri belirlenmiş ve akifere ait bu parametreler veri tabanları şeklinde hazırlanmıştır. Daha sonra bu veri tabanları ArcGIS 8.3 Coğrafi Bilgi Sistemleri programında sayısal hale getirilmiştir. Sayısal olarak tanımlanan veriler ArgusONE CBS programında değerlendirilerek akifere ait yeraltısuyu akım modeli oluşturulmuştur.

Model süresi 1965–2005 yılları arasını kapsamaktadır. Modelde üçer aylık toplam 164 stres periyodu bulunmaktadır. Gümüşhacıköy Akiferi'nde hesaplanan değişik yıllara ait hidrolik yük verilerine göre, zaman içerisinde kuyulardan çekimin artmasına bağlı olarak hidrolik yüklerin ovanın doğusuna doğru alçaldığı belirlenmiştir. Hidrolik yük değerleri kullanılarak MODFLOWP programında modelin kalibrasyonu yapılmıştır. Gözlenen ve hesaplanan hidrolik yük değerleri arasında iyi bir uyum elde edilmesi akifere ait geliştirilen kavramsal modelin yeraltısuyu sistemini iyi bir şekilde temsil ettiği anlamını taşımaktadır. Gümüşhacıköy Akiferi'ne ait yeraltısuyu akım modelinin sonuçlarına göre, gelecekte akiferden çekilecek su miktarının artması durumunda yeraltısuyu seviyeleri daha da alçalacaktır. Bunu önlemek için yeraltısuyu kullanımının yeniden düzenlenmesi ve akiferdeki kontrolsüz çekimlerin önüne geçilmesi gerekmektedir.

**Anahtar Sözcükler:** Gümüşhacıköy akiferi, hidrojeoloji, yeraltısuyu akım modeli, modflow, argus one

## Groundwater Flow Model of Gümüşhacıköy (Amasya) Aquifer

Arzu Fırat Ersoy & Fatma Gültekin

<sup>1</sup> *Karadeniz Teknik Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, TR–61080 Trabzon, Türkiye  
(E-mail: arzufirat@gmail.com)*

---

In this study, groundwater flow model was performed for Gümüşhacıköy Aquifer, where groundwater levels decrease due to excessive groundwater exploitation in average of 20–25 m for the last two decades. Gümüşhacıköy Plain covers an area of 300.225 km<sup>2</sup> where total drainage area extends over to an area of 1060.44 km<sup>2</sup>.

Groundwater bearing units in Gümüşhacıköy Plain are the Quaternary alluvium and Pliocene Söğütlü formation. Recharge, where groundwater flow direction is from west to the east, are composed of Late Eocene volcano-sedimentary rocks and Late Jurassic-Early Cretaceous aged limestone. Discharge in the basin occurs by pumping wells.

During the construction of groundwater flow model of the basin, geological, hydrogeological properties were defined, data sets of these parameters arranged. These data sets were digitized on ArcGIS 8.3 software and interpreted on ArgusONE program and groundwater flow model was evaluated.

The model period includes 1965–2005. There were 164 stress period for three months in the model. According to the hydraulic head values the different years in Gümüşhacıköy Plain, piezometric levels decreased in the east of the plain resulting from over pumping rate from the wells. Model was calibrated by means of MODFLOW program by using the hydraulic heads. Since the estimated and calculated values were in agreement, conceptual model of the aquifer represented successfully the groundwater flow system. According to the results of the groundwater flow model, groundwater levels will decrease in the future when groundwater exploitation increases from the aquifer. To prevent this, groundwater usage should be regulated, and uncontrolled groundwater use must be terminated.

**Key Words:** Gümüşhacıköy aquifer, hydrogeology, groundwater flow model, modflow, argus one

## KB Bulgaristan’da Yeraltısuyu Akımının Genel Özellikleri

Tanya Vasileva

*Geological Institute of the Bulgarian Academy of Sciences, 24 Acad. G. Bonchev Str.,  
1113 Sofia, Bulgaria (E-posta: tanyav@geology.bas.bg)*

---

KB Bulgaristan’da, Ogosta nehrinin batısında bulunan çalışma alanı, Tuna Nehrinin kolları olan 7 akarsu havzasını kapsamaktadır. Çalışma alanının toplam yüzölçümü 3790 km<sup>2</sup> olup, akarsu akımlarının önemli bir kısmı akışyukarı dağlık kesimlerden kaynaklanmaktadır.

Akımların düşük olduğu dönemlerde akarsu akımları yeraltısuyu boşalımları veya yeraltısuyu katkılı olarak gerçekleşmektedir. Düşük akımlar genellikle yaz sonu veya güz başlarında gözlenmektedir. Nadiren (yumuşak geçen kış mevsimlerinde) Ocak ve Şubat aylarında da düşük akımlara rastlanabilmektedir.

Yeraltısuları, çalışma alanında düzensiz bir dağılıma sahiptir. Neojen–Kuvaterner yaşlı tutturulmamış çökeller, tanelerarası gözenekliliğe sahip bir akifer oluşturmaktadır. Lom ve Archar havzalarının yukarı kesimlerinde yüzeylenen kayalar çatlaklı-karstik akiferler oluştururlar. Karstik ve çatlaklı kayak akiferleri, çalışma alanındaki yeraltısuları potansiyelinin önemli bir kısmını oluşturmaktadırlar. Yeraltısuyu boşalımları, havza içi akarsulara doğru meydana gelmekte olup alanın en düşük kotlarında Tuna nehrine doğru meydana gelmektedir.

Havzada yeraltısuyu akım miktarı, 1961–2004 yıllarını kapsayan hidrolojik veriler kullanılarak analiz edilmiştir. Yeraltısuyu beslenme alanı ile yüzeysel drenaj alanı sınırlarının çakışmama olasılığı dikkate alınmıştır. Yeraltısuyu besleniminin alansal dağılımı yüzeylenen kayaların geçirgenliklerine göre belirlenmiştir. Bu çalışmada, yeraltısuyu akımının temel özellikleri ele alınmıştır.

**Anahtar Sözcükler:** yeraltısuyu kaynakları, düşük akım, yeraltısuyu akım türü, KB Bulgaristan



## General Characteristics of the Groundwater Flow in NW Bulgaria

Tanya Vasileva

*Geological Institute of the Bulgarian Academy of Sciences, 24 Acad. G. Bonchev Str.,  
1113 Sofia, Bulgaria (E-mail: tanyav@geology.bas.bg)*

---

The study area is located in NW Bulgaria, west from the Ogosta River and comprises watersheds of seven rivers – tributaries of the Danube River. The total area is 3790 km<sup>2</sup>. The river runoff is generated mainly in the upper mountain parts of the watersheds.

The river runoff during low flows presents groundwater flow, or groundwater contribution to the river runoff. Low flows occur mainly in late summer and early autumn. Rarely (only during mild winters) low flows occur in January or February.

The groundwater resources are unevenly distributed over the study area. Porous groundwater within the study area is widespread in Neogene–Quaternary unconsolidated deposits. Fissured and karst groundwater is related to the upper part of the watersheds of Lom and Archar rivers. Karst-fissured groundwater in carbonate deposits contributes to high groundwater resources. Groundwater discharges into internal river network, Danube River or the Danube lowlands.

The regularities of the groundwater flow generation were analyzed based on hydrological data (period 1961–2004). It was taken into account that the watershed divide and the groundwater divide may not coincide. The spatial distribution of the groundwater recharge is governed by permeability of the outcropping rocks. The main characteristics of the groundwater flow are presented for the study region.

**Key Words:** groundwater resources, low flow, module of groundwater flow, NW Bulgaria

## Şamran Karst Kaynağının (Gürpınar-Van) Bazı Hidrojeolojik Özellikleri

Harun Aydın<sup>1</sup>, Erkan Dişli<sup>1</sup>, Mehmet Ekmekçi<sup>2</sup>, Levent Tezcan<sup>2</sup>,  
Nevin Aksoy<sup>3</sup> ve M. Pelin Yalçın<sup>3</sup>

<sup>1</sup> *Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Mühendislik-Mimarlık Fakültesi, Çevre Mühendisliği Bölümü,  
65080 Van (E-posta: harun@yyu.edu.tr)*

<sup>2</sup> *Hacettepe Üniversitesi, Uluslararası Karst Su Kaynakları Uygulama ve Araştırma Merkezi (UKAM),  
06800 Beytepe, Ankara*

<sup>3</sup> *Devlet Su İşleri XVII. Bölge Müdürlüğü, Jeoteknik ve Yeraltı Suları Şube Müdürlüğü, 65040 Van*

Sürdürülebilir su kaynakları yönetimi, kaynakların bağlı olduğu hidrojeolojik sistemlerin doğru bir şekilde kavramsallaştırılmasını gerektirmektedir. Bir hidrojeolojik sistemin kavramsal modelinin oluşturulması, sistemin anlaşılmasının yanı sıra, doğal veya yapay dış etkilere karşı tepkilerinin alansal ve zamansal boyutlarda kestirilmesine olanak verir. Sunulan çalışma Van Gölü Kapalı Havzası GD’da yer alan Şamran karst kaynağının fiziksel, kimyasal ve dinamik özelliklerinin; ‘hidrojeolojik kavramsal model’ çerçevesinde ön değerlendirilmesini kapsamaktadır. Paleozoyik–Mesozoyik yaşlı Bitlis Masifi’ne ait mermerlerden boşalan Şamran kaynağı, bölgede yer alan Van, Edremit, Gürpınar, Gevaş, Çiçekli gibi önemli yerleşim birimlerinin içme ve kullanım suyu ihtiyacını sağlamaktadır. Şamran kaynağına, Şubat 2007 tarihinden kurulan veri kaydedici (Data Logger) ile saatlik aralıklarla kaynak suyunun T, pH, EC ve DO parametreleri ölçülmektedir (Çizelge 1). Kaynağın bağlı olduğu hidrojeolojik sistemin hidrodinamik özelliklerinin belirlenmesine yönelik olarak gerçekleştirilen kimyasal analiz sonuçlarının değerlendirilmesi sonucunda, kaynak sularının ‘Ca-Mg-HCO<sub>3</sub>’ tipi sular olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 1: Şamran Kaynağı’nda ölçülen bazı parametreler.  
Table 1: Measured some parameters at the Şamran Spring.

n: 17595	pH	T (°C)	EC <sub>A</sub> (□S/cm)	EC <sub>25</sub> (□S/cm)	DO(%)
Min	6.27	10.17	464.00	647.37	36.91
Max	7.34	10.61	685.00	944.63	66.37
Ort	6.76	10.37	593.60	823.74	43.29
SD	0.14	0.11	22.25	27.6	6.57
CV	2.02	1.06	3.75	3.3	15.19

Ort: ortalama, Min: en düşük, Max: en yüksek, SD: standart sapma; CV: değişim katsayısı (%), EC<sub>A</sub>: arazide ölçülen elektriksel iletkenlik, EC<sub>25</sub>; 25 °C için hesaplanan elektriksel iletkenlik.

Şubat 2007 – Ocak 2009 tarihleri arasında Şamran Kaynağı’nın, ortalama, en düşük ve en yüksek boşalım değerleri sırası ile 4.596, 3.578 ve 6.433 m<sup>3</sup>/s olarak ölçülmüştür. Şamran kaynağı kaptaj alanından yerleşim birimlerine, ortalama 1.975 m<sup>3</sup>/s su alındığı belirlenmiştir. Şamran kaynağının çekilme döneminin, Temmuz 2007 – Mart 2008 tarihleri arasında kalan yaklaşık 242 gün süresince gerçekleştiği gözlenmiştir. Kaynak çekilme analizi sonucunda, kaynak boşalımının 0.00214 gün<sup>-1</sup> kaynak azalma katsayısı ile temsil edildiği belirlenmiştir. Şamran kaynağı karst akiferinin; kaynak gerisindeki aktif depolama hacmi 242.61×10<sup>6</sup> m<sup>3</sup> olarak hesaplanmıştır. Ayrıca, çekilme dönemi süresince (242 gün) boşalan su miktarı 98.07×10<sup>6</sup> m<sup>3</sup> olarak hesaplanmıştır. Azalma katsayısı, karst akiferinde yeraltı suyunun; kırık-çatlak sistemleri boyunca hareket ettiğini, hidrolik iletkenlik ve iletkenlik katsayılarının düşük ve depolama katsayısının yüksek olduğu ortamları işaret etmektedir. Şamran kaynağının, hidrojeokimyasal yapısı, akım hidrografi ve yapılan hesaplamalar, karst akiferinde beslenme ve boşalımın düzenli olduğunu göstermektedir. Değerlendirmeler, Şamran karst kaynağının güvenli bir su kaynağı olduğunu işaret etmektedir.

**Anahtar Sözcükler:** Gürpınar-Van, hidrodinamik, hidrojeoloji, karst, kaynak çekilme analizi, Şamran kaynağı

## Some Hydrogeological Characteristics of the Şamran Karst Spring (Gürpınar-Van)

Harun Aydın<sup>1</sup>, Erkan Dişli<sup>1</sup>, Mehmet Ekmekçi<sup>2</sup>, Levent Tezcan<sup>2</sup>,  
Nevin Aksoy<sup>3</sup> & M. Pelin Yalçın<sup>3</sup>

<sup>1</sup> *Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Mühendislik-Mimarlık Fakültesi, Çevre Mühendisliği Bölümü,  
TR–65080 Van, Türkiye (E-mail: harun@yyu.edu.tr)*

<sup>2</sup> *Hacettepe Üniversitesi, Uluslararası Karst Su Kaynakları Uygulama ve Araştırma Merkezi (UKAM),  
Beytepe, TR–06800 Ankara, Türkiye*

<sup>3</sup> *Devlet Su İşleri XVII. Bölge Müdürlüğü, Jeoteknik ve Yeraltı Suları Şube Müdürlüğü,  
TR–65040 Van, Türkiye*

Sustainable management of water resources requires primarily a thorough conceptualisation of the hydrogeological system. Conceptual model of a hydrogeological system provide a tool not only to understand the hydrodynamic behavior of the system but also the spatial and temporal responses of the system against a natural or man-made stress on the system. This paper aims at evaluation of physical and dynamic properties based on a proposed “conceptual hydrogeological model” of Şamran karst springs that are located at the southeastern part of Closed Basin of Lake Van. Şamran springs discharge from an aquifer that consists of Paleozoic–Mesozoic age marble of the Bitlis Massif. Domestic water for the city of Van and some important townships such as Edremit, Gürpınar, Gevaş, Çiçekli is supplied from this spring in the region. Parameters like T, pH, EC and DO in the spring water are measured on hourly basis by a Data Logger installed at the Şamran Spring since February 2007 (Table 1). Chemical analyses that were done to understand better the hydrodynamics of the system suggested that the spring water is of ‘Ca-Mg-HCO<sub>3</sub>’ type.

During the study period (February 2007 – January 2009); mean, minimum and maximum discharges of Şamran spring were recorded as 4.697, 3.599 and 6.455 m<sup>3</sup>/s, respectively. Approximately 1.975 m<sup>3</sup>/s of the spring water is taken for domestic use. The recession period of Şamran spring was observed approximately 242 day between July 2007 and March 2008. The spring recession coefficient was calculated as 0.00214 day<sup>-1</sup>. The total volume of water at the karst aquifer of Şamran spring is calculated as 242.61×10<sup>6</sup> m<sup>3</sup>. Also the volumes of discharging water during the recession period (242 day) at karst aquifer are calculated as 98.07×10<sup>6</sup> m<sup>3</sup>. The recession coefficient indicates that ground water flow occurs in a fractured system that has low coefficients of hydraulic conductivity and transmissibility and high coefficient of storage. Hydrogeochemical properties, hydrograph and calculations belong to Şamran spring shows that recharge and discharge are regular. All of the evaluations signed that Şamran karst spring is a reliable water resources.

**Key Words:** Gürpınar-Van, hydrodynamic, hydrogeology, karst, spring recession analysis, Şamran spring

## Ninevah Bölgesi (Kuzey Irak) ve Yakın Dolayında Bulunan Bazı Kaynak ve Kuyu Sularının Kimyasal Bileşimlerinin Önemi ve Değişimi

Salim M. Aldabbagh, Auday M. Alrawas ve Mohammed A. Al-Hajj

*Earth Science Department, Collage of Science, The university of Mosul, Iraq  
(E-posta: MALHAJ2006@yahoo.com)*

Yeraltısuyunun kimyasal analizleri, su kaynaklarının incelenmesi ve WHO standartlarına uygunluğu açısından değerlendirilmesinde önemli bir araç olarak kabul edilmektedir. Yeraltısuyunda çözünmüş halde bulunan maddelerin çeşitli kökenleri mevcuttur. Yeraltısuyunda bulunan kimyasal bileşenlerin en önemli kaynağı olarak bilinen su-kayaç etkileşimi bu çalışmanın ana konusunu oluşturmaktadır.

Çalışma alanı, duraysız Nobia-Arap platformunun eteklerinin bir kısmını oluşturmaktadır. Doğu-batı uzanımlı Toros kuşağı ile kuzeybatı-güneydoğu uzanımlı Zagros kuşağı, alanın en önemli coğrafik yapılarını oluşturmaktadır. Aqra, Bekhair, Bashiqa, Najma, and Sadid gibi antiklinal yapılar bu çalışma ile ilintili olanlardır. Alanda yüzeylenen litolojik (kırıntılı ve kırıntılı olmayan) birimler farklı stratigrafik düzeylere aittir. Bu birimler, Aqra formasyonuna ait dolomitik kireçtaşı (Üst Kretase), Kolosh formasyonuna ait siyah şeyl-kumtaşı (Orta Paleosen), Gercüş formasyonuna ait kırmızı renkli şeyl, kumtaşı, kıltaşı katmanları (Orta Eosen), Pila Spi formasyonuna ait dolomit ve dolomitik kireçtaşı (Orta-Geç Eosen), Fatha formasyonuna ait kireçtaşı, evaporit ve kırıntılı ardalanması (Orta Miyosen) ve Injana formasyonuna (Geç Miyosen) ait kırıntılı kayalardan oluşmaktadır.

Fatha formasyonuna ait çözünürlüğü daha yüksek olan kayalar (evaporitler), çalışma alanındaki yeraltısuyu kalitesini önemli oranda etkilemektedir. Bu durum, Musul kentine 180 km uzaklıkta Fatha formasyonunun yüzeylendiği alanda ve Ninevah bölgesinde, yüksek mineral içerikli ve gazlı (H<sub>2</sub>S, CO, CO<sub>2</sub>) sıcak ve soğuksu kaynak suları ile sülfat içeriği yüksek kuyu sularında açıkça görülmektedir.

Fatha formasyonunda oluşan Mishraq sedimanter kükürt cevheri çalışma alanı sınırları içerisinde yer almaktadır. 2008 yılı yaz döneminde, 9 kaynak ve üç kuyu olmak üzere toplam 12 yeraltısuyu örneği toplanmıştır. Örneklemeler üç farklı alanda gerçekleştirilmiştir: (1) BeKhair antiklinalinin kuzey ve güney kanatlarında (Musul kentinin 100 km kuzeyi) 6 kaynak ve bir kuyudan su örnekleri toplanmıştır. Örneklenen kaynaklar farklı stratigrafik düzeylerden boşalmaktadırlar (Shiranish; Shiranish/Kolosh; Kolosh; Kolosh/Gercus; Gercus ve Pila Spi kayalarından). Örneklenen kuyu Kolosh formasyonunda açılmıştır. (2) Bashiqa antiklinalinin (Musul kentinin 30 km doğusu) güney kanadında açılan iki kuyudan (250 m ve 85 m derinlikte) su örnekleri toplanmıştır. (3) Aqra antiklinalinden (Musul kentinin 150 km kuzeydoğusu) Abdulazize geçidi mevkiinde boşalan bir kaynak ve Shigrat kenti yakınlarında (Musul kenti 70 km güneyi) Dicle nehri kıyısında yüzeylenen kumtaşından boşalan bir kaynaktan da örnekler alınmıştır.

Örnek alımı, genel örnekleme kurallarına uygun bir şekilde gerçekleştirilmiştir. EC ve pH değerleri örneklemeden kısa bir süre sonra yapılmıştır. TDS, buharlaşma kalıntısından hesaplanmıştır. Ca<sup>+2</sup> ve Mg<sup>+2</sup> standart EDTA titrasyonu ile analiz edilmiştir. Na<sup>+</sup> ve K<sup>+</sup> ise alev fotometresi ile analiz edilmiştir. HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>, HCl titrasyonu ile belirlenirken SO<sub>4</sub><sup>-2</sup> spektrofotometrik olarak analiz edilmiştir. Klorür standart AgNO<sub>3</sub> titrasyonu ile belirlenmiştir. Analiz sonuçları, Cl<sup>-</sup>, HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>, SO<sub>4</sub><sup>-2</sup>, Ca<sup>+2</sup>, Mg<sup>+2</sup>, Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup>, TH, pH ve EC değerlerinde geniş aralıkta bir değişkenlik olduğunu göstermiştir. Analiz sonuçları istatistiksel olarak değerlendirilmiş ve uygun diyagramlar kullanılarak yorumlanmıştır. Genel olarak, incelenen örnekler, yerel jeolojije bağlı olmakla birlikte sülfatlı sular sınıfındadırlar.

**Anahtar Sözcükler:** kıvrımlı kuşak akiferi, su-kayaç etkileşimi, su kalitesi, su kimyası, yeraltısuyu

## The Significance and Variation in Chemical Composition of Selected Springs and Well Waters at Ninevah District and Adjacent Area, Northern Iraq

Salim M. Aldabbagh, Auday M. Alrawas & Mohammed A. Al-Hajj

*Earth Science Department, Collage of Science The university of Mosul, Iraq  
(E-mail : MALHAJ2006@yahoo.com)*

Chemical analysis of ground water is considered as one of essential tools in the assessment of water resources and insurance of WHO specification. Soluble load of ground water is derived from different sources. Water – rock interaction is considered as the major source of chemical constituents of ground water and represents the backbone of the present study.

The area of study is part of the foothill zone of the unstable shelf of the Nubian – Arabian platform. It is featured by the presence of major geological structures with east–west trend (Taurus belt) and northwest – southeast trend (Zagros belt). The relevant anticlines to the present study are those of Aqra, Bekhair, Bashiqa, Najma, and Sadid. The exposed rocks are of different lithology (clastic and non clastic sediments) belong to different stratigraphic level. They are dolomitic limestone of Aqra Formation (Upper Cretaceous), dark shale sandstone of Kolosh Formation (Middle Paleocene), red bed of shale sandstone claystone of Gercus Formation (Middle Eocene), dolomites and dolomitic limestone of Pila Spi Formation (Middle–Late Eocene), sediment cycle of limestone, evaporite and clastics of Fatha Formation (Middle Miocene) and clastic rocks of Injana Formation (Late Miocene).

The more soluble rocks (evaporites) of Fatha Formation affect to a great extent the chemistry of ground water at the studied area. This is evident by the presence of hot and cold mineralized springs with dissolved gasses (H<sub>2</sub>S, CO, CO<sub>2</sub>) and sulfate dominated ground water well at Ninevah district and down to Fatha Formation area located at about 180 km. south of Mosul city. It is worth to mention here that the Fatha Formation hosts the well known sedimentary sulfur of Mishraq field at the studied area. During summer 2008, a total of twelve ground water samples were collected from 9 natural springs and 3 dugged well. Sample sites are located at three main area: (1) BeKhair anticline (100 km to the north of Mosul city) where 6 springs and one well water samples were collected at the northern and southern limbs as well as at the anticline plunges. Spring water flows at different stratigraphic levels (Shiranish; Shiranish/Kolosh; Kolosh; Kolosh/Gercus; Gercus and Pila Spi rocks) in addition to one sample from pumping well dugged at Kolosh rocks. (2) Bashiqa anticline (30 km east of Mosul city) where water samples were collected from two dugged well (250 m and 85 m depth respectively) at the southern limb. (3) Miscellaneous samples including one sample from spring at Aqra anticline (150 km northeast Mosul city) within Abdullazize passage. One spring samples within Shirgat city (70 km south Mosul) where water flow from sandstone rock exposed at the Tigris River bank.

Sample collection was carried out according to the usual procedure of water sampling. Measurement of EC and pH were done shortly after sample collection. TDS was estimated by weighing the residue left on evaporation. Ca<sup>+2</sup> and Mg<sup>+2</sup> were determined by titration with EDTA standard. Na<sup>+</sup> and K<sup>+</sup> were measured by flame photometry. Titration with HCl was used for HCO<sub>3</sub> determination. Chloride was determined by standard AgNO<sub>3</sub> titration. Spectrophotometric technique was used for SO<sub>4</sub><sup>-2</sup> determination. Analytical results show great deal of variation in Cl<sup>-</sup>, HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>, SO<sub>4</sub><sup>-2</sup>, Ca<sup>+2</sup>, Mg<sup>+2</sup>, Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup>, TH, pH and EC. Such variable analytical results were subjected to statistical treatments and later presented on suitable diagrams. In general, the studied samples belong to sulfate type of water with few exceptions related to local geology

**Key Words:** folded zone aquifer, ground water, water chemistry, water rock interaction, water quality

## Dikili (İzmir) Termal Kaynaklarının Hidrojeokimyasal İncelenmesi

Tuğbanur Özen, Gültekin Tarcan ve Ünsal Gemici

*Dokuz Eylül Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü,  
Tınaztepe Kampüsü, 35160 Buca, İzmir (E-posta: tugbanur.ozen@ogr.deu.edu.tr)*

İnceleme alanı İzmir İli'nin kuzeyinde yer alan Dikili jeotermal alanlarını kapsamaktadır. Çalışma alanında yer alan termal kaynaklar buldukları yere göre başlıca; (1) Dikili-Çamur Kaplıcası, (2) Kaynarca Ilıcası, (3) Bademli Kaplıcası, (4) Çoban Ilıcası, (5) Kocaoba Ilıcası, (6) Nebiler Kaplıcası, olarak sınıflanabilir. Bu çalışmada, söz konusu sahalardaki termal kaynaklara ait kimyasal ve izotopik veriler ışığında hidrojeokimyasal özellikleri belirlenmiş ve termal suların sahip oldukları eser elementler de dikkate alınarak çevresel etkileri değerlendirilmiştir.

Dikili jeotermal alanlarında en yaşlı jeolojik birim Permiyen yaşlı Çamoba ve Kınık formasyonlarıdır. Bunun üzerinde yer alan jeolojik birimler sırasıyla Paleosen Kozak granodiyoriti, Tersiyer Yuntdağ volkanitleri I ve Demirtaş piroklastikleri, Orta–Üst Miyosen Yuntdağ volkanitleri II ve III ve Pleyistosen yaşlı Dededağ bazaltlarıdır. Tüm birimlerin üzerine uyumsuz olarak alüvyonlar gelir. Bölgede geniş yayılım sunan Yuntdağ volkanitleri jeotermal alanlardaki termal suların büyük bir çoğunluğunun hazne kayasını oluştururlar. Bu alanlarda çoğunlukla örtü kaya özelliğinde kaya birimi yoktur ancak Demirtaş piroklastikleri ve Yuntdağ volkanitlerinin içinde oluşan ayrışma killeri yer yer örtü kaya özelliğindedirler.

İnceleme alanındaki termal kaynakların sıcaklıkları 31–100 °C, toplam debileri yaklaşık 200L/s'dir. Dikili jeotermal alanları içerisinde bulunan Kaynarca Jeotermal Alanı 130 °C akifer sıcaklığı ile Ege Bölgesi'nde bulunan önemli jeotermal alanlardan biridir. Termal sular genellikle Na-HCO<sub>3</sub>-SO<sub>4</sub> ve kısmen Na-Ca-HCO<sub>3</sub>-SO<sub>4</sub> hidrokimyasal fasiyes tipindedir. Dikili-Bademli termal kaynakları deniz suyu ile olan ilişkisi nedeniyle diğer termal sulardan farklı olup, Na-Cl hidrokimyasal fasiyesindedir. Jeotermal alanlardaki termal suların  $\delta^{18}\text{O}$  ve 2H içerikleri suların meteorik kökenli ya da denizel beslenmeli olduklarını göstermektedir. Kaynarca jeotermal alanındaki termal kaynakların 0–5 trityum birimi arasında olan trityum değerleri ve  $\delta^{18}\text{O}$  zenginleşmesi, termal suların yeraltında kalış sürelerinin uzun ve en az 50 yıllık bir çevrime sahip olduğunu göstermektedir. Dikili termal kaynakları yağış sularının kırık ve çatlaklardan yeraltına süzülerek derinlerde ısınması ve tektonik hatları izleyerek termal su olarak yüzeye çıkması şeklinde açıklanabilen 'devirli sistem' niteliğindedirler.

Çalışma alanındaki termal kaynakların içme ve sulamaya uygunlukları ulusal ve uluslararası içme ve kullanma suyu standartlarına göre incelenmiştir. Alandaki termal sular As, B, Fe içeriklerine göre çoğunlukla içilmesi ve sulama amaçlı kullanılması uygun olmayan sulardır. Termal sular, gerek yüksek eser element içeriklerinin oluşturacağı çevresel etkiler nedeniyle, gerekse üretim sırasında karbonat minerallerinin (kalsit, aragonit, dolomit) oluşturduğu kabuklaşma sorunu nedeniyle kullanım sonrasında akifere geri basılmalıdır.

**Anahtar Sözcükler:** hidrojeokimya, izotop jeokimyası, jeotermometre, mineral doygunlukları, eser element, su-kayaç etkileşimi, Dikili

## Hydrogeochemical Studies of the Dikili (İzmir) Thermal Springs

Tuğbanur Özen, Gültekin Tarcan & Ünsal Gemici

*Dokuz Eylül Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü,  
Tinaztepe Kampüsü, Buca, TR–35160 İzmir, Türkiye (E-mail: tugbanur.ozen@ogr.deu.edu.tr)*

The study area contains Dikili geothermal fields, which are located in northern part of İzmir Province. Thermal springs in the study area may be divided into six main groups: (1) Dikili-Çamur spa, (2) Kaynarca spa, (3) Bademli spa, (4) Çoban spa, (5) Kocaoba spa, (6) Nebiler spa. In this study, hydrochemical characteristics of thermal springs in these fields have been determined by chemical and isotopic data and their environmental impacts have been assessed by taking into account of their trace element contents.

The oldest geological units in Dikili geothermal fields are the Permian aged Çamoba and Kınık formations. These formations are overlain by Paleocene Kozak granodiorite, Tertiary Yuntdağ volcanics I, Middle–Upper Pleistocene Yuntdağ volcanics II and III and Pleistocene Dededağ basalts, respectively. Quaternary alluvium covers discordantly all units. The widespread Yuntdağ volcanics in the region form the aquifer of the thermal waters. There is no rock unit in the form of cap rock in these fields but Demirtaş pyroclastics and altered clays of Yuntdağ volcanics are the cap rocks of the geothermal systems.

Temperatures of thermal springs in the study area change between 30–100 °C. These waters have 200L/s of total discharge. Kaynarca geothermal field is one of the most important geothermal fields in the Aegean Region as it has a temperature of about 130 °C. The thermal waters are generally of Na-HCO<sub>3</sub>-SO<sub>4</sub> and Na-Ca-HCO<sub>3</sub>-SO<sub>4</sub> type. Dikili Bademli thermal springs of Na-Cl hydrochemical facies are different from other thermal waters due to the sea water mixing.  $\delta^{18}\text{O}$  and  $\delta\text{D}$  contents of thermal waters in the study area suggest that thermal waters are of meteoric origin with some sea water contribution. Kaynarca Thermal springs have 0–5 TU tritium content and the  $\delta^{18}\text{O}$  enrichment shows that these waters have a transit time longer than 50 years which indicates a long circulation at the subsurface. All the thermal waters in the area are qualified as cyclic geothermal system and it was concluded that the meteoric waters penetrate through the faults and fractures, are heated in host rocks, and move up to the surface along the tectonic lines.

Utilization appropriateness to drinking and irrigation properties of the thermal waters in the study is assessed by the national and international standards. These show that these waters cannot be utilized as drinking and irrigation purposes due to the high As, Fe and B contents. Thermal waters should be re-injected to the aquifer after utilization owing to both adverse effects of high trace element contents to the environment and also scaling problems led to carbonate minerals (calcite, aragonite and dolomite) during extraction.

**Key Words:** hydrogeochemistry, isotope geochemistry, geothermometer, mineral saturations, trace elements, water-rock interaction, Dikili

## Kazdağları'nın Kuzeybatısındaki Su Kaynakları ve Bunları Etkileyen Çevresel Faktörler (Çanakkale-Türkiye)

Alper Baba<sup>1</sup> ve Orhan Gündüz<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Terzioğlu Kampüsü, 17020 Çanakkale (E-posta: alperbaba@comu.edu.tr)

<sup>2</sup> Dokuz Eylül Üniversitesi, Çevre Mühendisliği Bölümü, Tınaztepe Kampüsü, 35160 Buca, İzmir

---

Kazdağları'nın kuzeybatı bölgelerini kapsayan inceleme alanı, geç Eosen'den başlayarak Pliyo–Kuvaterner'e kadar çeşitli dönemlerde etkin olan volkanizmaların ürünü volkanoklastiklerle birlikte çökelmiş denizel, lagüner ve gölsel kırıntılı kayalar içerir. Bu nedenle bölgede sedimanter ve hidrotermal kaynaklı çeşitli maden yatakları bulunmakta ve ekonomik olarak değerlendirilmektedir. Bu çalışma kapsamında yeraltısularının çevresel izotop içerikleri ve fiziksel özellikleri birlikte değerlendirilerek Kazdağları'nın kuzeybatısında bulunan soğuk su kaynaklarının birbirleri ile ilişkileri araştırılmıştır. Çevresel izotoplarla yapılan analizler sonucu soğuk su kaynaklarının beslenme kotları ve yeraltında kalış sürelerinin farklı olduğu ortaya konulmuştur. Su kaynaklarının jeolojik yapıya bağlı olarak farklı özellikler gösterdiği tespit edilmiştir. Altere olan zonlarda gelen kaynak sularında alüminyum (Al) değerleri içme suyu için önerilen limit değerlerini (0.2 ppm) oldukça aşmıştır. Bölgede çoğunlukla açık işletme olarak faaliyet gösterilen küçük ve orta ölçekli kömür sahalarının hiçbir rehabilitasyon önlemi alınmadan terk edilmesi neticesinde yüzeysel drenaj ve yeraltısuyu sızması sonucu iri ufaklı göller oluşmuştur. Söz konusu göller zaman içerisinde pirit oksidasyonuna bağlı olarak asidik maden göllerine dönüşmüşlerdir. Yüksek asidite (düşük pH: ortalama 2.83) ve yüksek derişimlerde çözülmüş metalleri (örneğin Al= 211 ppm, Fe= 528 ppm) içeren bu göller bölgedeki su kaynaklarını etkilemektedir.

**Anahtar Sözcükler:** Kazdağları, madencilik, asidik göller, pirit oksidasyonu, su kaynakları



## Environmental Factors That Influence the Water Resources of Northwestern Ida Mountains (Çanakkale-Turkey)

Alper Baba<sup>1</sup> & Orhan Gündüz<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Terzioğlu Kampüsü,  
TR–17020 Çanakkale, Turkey (E-mail: alperbaba@comu.edu.tr)

<sup>2</sup> Dokuz Eylül Üniversitesi, Çevre Mühendisliği Bölümü, Tınaztepe Kampüsü, Buca,  
TR–35160 İzmir, Türkiye

---

The study area that covers the northwestern slopes of Ida Mountains contains marine, lagoon and lake sediments deposited with volcanoclastics that produced as a result of the volcanism which was effective in various periods from the late Eocene to Plio–Quaternary. The region has several sedimentary and hydrothermal mineral deposits, which have an economic importance and already being mined. Within the scope of this study, the environmental isotopic and physicochemical characteristics of groundwater samples were jointly assessed and mutual relationships between cold water resources found in northern west slopes of Ida Mountains were studied. The results of environmental isotopes revealed that the recharge zones and detention times of cold water resources were different. The water resources also exhibited distinct characteristics as a result of the interactions with local geological strata. Spring waters originating from altered formations were shown to contain elevated levels of aluminum that is higher than the currently effective drinking water quality limit value (0.2 ppm). In addition, the abandoned small to medium scale open-pit coal mines in the area were found to be responsible from the formation of several mining lakes that were inundated as a result surface drainage as well as subsurface infiltration to depression areas of the open pit. These lakes were later transformed into acidic mining lakes due to the oxidation of pyrite found in the coal. With very high acidity levels (pH levels as low as 2–3) and high trace element contents (with maximum aluminum and iron levels of 211 ppm and 528 ppm), these lakes were found to influence the quality of local water resources in the area.

**Key Words:** Ida Mountains, mining, acidic mining lake, pyrite oxidation, water sources

## **Türkiye’de Akiferler Üzerindeki İnsan Kaynaklı Tehditler, İlgili Mevzuat ve Uygulamadan Kaynaklanan Bazı Sorunlar**

Ahmet Apaydın

*Devlet Su İşleri, V. Bölge Müdürlüğü, Eskişehir Yolu 8. km, 06520 Ankara  
(E-posta: aapaydin@dsi.gov.tr)*

Türkiye’de yeraltısuyu potansiyeli yönünden en zengin jeolojik formasyonlar ova ve vadi alüvyonları ile karbonatlı akiferlerdir. Ülkemizin yaklaşık üçte birinin karbonatlı (çoğunlukla karstik) formasyonlarla kaplı olduğu bilinmektedir. Özellikle Toros kuşağı, başta olmak üzere Anadolu’nun birçok bölgesinde kalınlığı 500–1000 m’ye ulaşan ve gerek bulunduğu yöre, gerekse daha geniş bir bölge için önemli su potansiyeline sahip kireçtaşı akiferleri bulunmaktadır. Kireçtaşlarının yaygın olması ve çoğunlukla fay kontrollü geniş ova ve vadi alüvyonlarının bulunması ülkemizin kayda değer yeraltısuyu potansiyeline sahip olmasını sağlamıştır. Özellikle kireçtaşı akiferleri doğal haliyle içmesuyu kalitesinde su potansiyeline sahip olup, beslenme alanları genellikle yüksek ve yerleşimlerden uzak bölgelerde yayılım gösterdiklerinden, henüz ova ve vadi alüvyonları kadar insan kaynaklı kirlenmeye maruz kalmamışlardır.

Ülkemizin kurak-yarıkurak bölgelerindeki bazı önemli havzalarda özellikle son 15–20 yıl içinde izinsiz ve bilinçsiz kullanım nedeniyle yeraltısuyu seviyesi düşmüş, kuyu verimlerinde azalmalar gözlenmiş, bazı alanlarda yeraltısuyu kalitesinde bozulmalar başlamıştır. Konya Ovası başta olmak üzere bazı bölgelerde bu olumsuzluklar sadece yöre insanının değil, ülke kamuoyunun da gündeminde yer almaktadır. Özellikle yazılı ve görsel basın ile sivil toplum örgütleri bu konu üzerinde önemle durmuşlardır. Bu durum, yeraltısuları üzerindeki tehdidin sadece aşırı kullanımdan ibaret olduğu yanılgısına neden olmuştur. Oysa ülkemizde akiferler üzerinde aşırı kullanımdan daha tehlikeli ve etkileri daha tahrip edici olabilen insan kaynaklı başka tehditler de bulunmaktadır.

Türkiye’de akiferler üzerindeki başlıca insan kaynaklı tehditler aşırı kullanım ile birlikte, kirlilik, akifer alanları yerleşime açma ve malzeme ocakları ile ortadan kaldırma şeklindedir. Kirlilik; aşırı nüfus artışı, tarımsal ilaç ve gübre kullanımı, kentleşme ve sanayileşme ile birlikte artmakta ve başta alüvyonlar olmak üzere birçok bölgede akiferleri olumsuz etkilemektedir. Yine, özellikle ovaların yapılaşmaya açılması sonucu akiferlerin üzeri örtülmekte ve beslenmesine engel olunmaktadır. Yapılaşma, aynı zamanda kirliliği de beraberinde getirmektedir. Akiferler üzerindeki diğer etkilere göre en tehlikeli olan tehdit ise malzeme ocaklarıdır. Ova ve vadi alüvyonları kum-çakıl ocakları, kireçtaşı akiferleri ise taşocakları ve mermer ocakları tarafından kazılarak ortadan kaldırılmaktadır.

Akiferler üzerindeki tehditlere karşı Türkiye hukuk sisteminde bazı koruyucu ve sınırlayıcı hükümler ile cezai yaptırımlar bulunmaktadır. Bunların en önemlisi 167 sayılı Yeraltısuları Hakkındaki Kanun ve Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliğidir. Ancak, mevzuattaki bazı boşluklardan ve uygulamadan kaynaklanan ciddi sıkıntılar yaşanmaktadır. Bu sorunların ortadan kaldırılması için mevzuatın güncellenmesi ve kurumlar arası eşgüdümün güçlendirilmesi gerekmektedir.

**Anahtar Sözcükler:** akifer, yeraltısuyu, aşırı çekim, kirlilik, malzeme ocakları, mevzuat

## **Man Made Threats on Aquifers and Some Problems Caused by Regulations and Applications in Turkey**

Ahmet Apaydın

*Devlet Su İşleri, V. Bölge Müdürlüğü, Eskişehir Yolu 8. km, TR–06520 Ankara, Türkiye  
(E-mail: aapaydin@dsi.gov.tr)*

---

Plain and valley alluvium deposits and carbonate formations consist the most productive aquifers in Turkey. Carbonate formations (mostly karstified) covers one third of the country. Large limestone aquifers which are over 1000 m thick and have an important groundwater potential for local and regional demands are mainly located in the Taurus Belt and the other regions of Turkey. Existence of large limestone areas and alluvial deposits particularly located in fault controlled plains and valleys provide Turkey with a great groundwater potential. Particularly, limestone aquifers have fresh waters and because they are located on high regions they are not contaminated as much as alluvial deposits.

Groundwater level declined and well yields were reduced and also water quality spoiled in some large plains in semi-arid regions of Turkey particularly for the last 15–20 years because of uncontrolled and excessive consumption. The problem related to water shortage is a part of the nationwide agenda and not restricted to the region where the problem exists. Particularly the media, press and non-governmental organizations focused on this issue and giving a false impression that overexploitation is the unique threat on the groundwater systems. However, there are other man made threats on the aquifers in Turkey and these threats may be more serious and destructive than overexploitation. Furthermore, some threats are aimed to remove the aquifer bodies.

The major man made threats on the aquifers in Turkey are overexploitation, contamination, urbanization and removal by excavations. Contamination increases with the increase of population, the use of agricultural chemicals and fertilizers, urbanization and industrialization. Also, urbanization and industrialization particularly on the aquifers in the plains cover the aquifer surface and prevent recharge of the groundwater. Urbanization also causes contamination. The most dangerous threat is excavation of the aquifers by quarries and mines. Alluvial aquifers in the plains and valleys are destructed by sand-gravel quarries and limestone aquifers are removed by stone quarries and mines.

There are some limitations and conservative statements, and also sanctions in Turkish legislation against threats on the aquifers. The most important are the Groundwater Law numbered 167 and the Regulation of Controlling Water Contamination. However, there are some serious problems because of some unclear statements in regulations and misconceptions in applications. In order to solve these problems, the regulations must be revised and interrelations between foundations must be strengthened.

**Key Words:** aquifer, groundwater, overexploitation, contamination, quarries, regulations

## 21. Yüzyılda İstanbul’da Su

Muhterem Demiroğlu ve Dilek İnkaya

*İstanbul Teknik Üniversitesi, Maden Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü,  
34469 Maslak, İstanbul (E-posta: copuroglum@itu.edu.tr)*

---

İstanbul, yaklaşık 6000 km<sup>2</sup> yüzölçümü ve 2007 rakamlarına göre 12.7 milyon nüfusıyla Türkiye’nin ve Dünya’nın en kalabalık şehirlerindedir. Sanayi, ticaret, finans, kültür ve sanat şehri olmasıyla da ayrı öneme sahiptir. Çarpık sanayileşme, çarpık kentleşmeye bağlı olarak artan nüfusıyla su ihtiyacı en çok artan şehir konumundadır. Kurulduğundan beri su sorunu devam eden İstanbul’un, son dönemde ise su sıkıntısı nüfus baskısının yanı sıra kuraklık etkisinden de kaynaklanmaktadır. 2006–2007 dönemi yağış ortalaması 413 mm/yıl ile son elli yıllık ortalama 718 mm/yıl kıyaslandığında, ortalama yağışlarda son elli yılda yaklaşık %40 azalma olduğu anlaşılmaktadır. Yapılan incelemeler sonucunda 2006–2007 döneminin en kurak dönem olduğu ortaya çıkmaktadır. İSKİ verilerine göre toplam su ihtiyacı olan 1.957.025 m<sup>3</sup> ün %90’ı 7 adet su toplama havzasından karşılanmaktadır. Öncelikle havzaların korunması ilgili yasalarda geçmişten günümüze yapılan değişikliklerde, rezervuar alanlarında yapılan çalışmalarda, koruma alanlarının etkin bir şekilde korunamadığı açıkça görülmektedir. Sorunun krize dönüşme olasılığına karşın yetkililer milyonlarca insanın kaliteli su ihtiyacının kısa süre sonra artık karşılanamaz duruma geleceğini görüp acil önlemler almalıdır.

Bu çalışma ile İstanbul’un su potansiyeli yeniden değerlendirilmiştir. Geçmişte yapılan çalışmalar, öngörüler ve gerçekleşme oranları tartışılmıştır. İklim değişikliğinin günümüzdeki ve yakın gelecekte beklenen etkileri ve alınması gereken önlemler üzerinde durulmuştur.

**Anahtar Sözcükler:** İstanbul, iklim değişikliği, kuraklık, su havzası, su potansiyeli, yağış

## Water in İstanbul for the 21st Century

Muhterem Demiroğlu & Dilek İnkaya

*İstanbul Teknik Üniversitesi, Maden Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Maslak,  
TR-34469 İstanbul, Türkiye (E-mail: copuroglum@itu.edu.tr)*

---

Istanbul, with a surface area of about 6000 km<sup>2</sup> and a population of 12.7 million people in 2007, is one of the most crowded cities in the Turkey and in the World and it also has great importance as it is Turkey's industrial, commercial, financial, art and culture center. It has highest water demand in Turkey because of the increasing population, uncontrolled industrial development and unplanned urbanization. Although İstanbul has been suffering from water shortage for long years, the present problem is related not only to the population increase but also the recent drought. The average precipitation of the period 2006–2007 (413 mm/year) is drastically low than the last fifty years average (718 mm/year). Apparently, the period 2006–2007 is the driest period in the last fifty years. Over %90 of the total water need of İstanbul is currently supplied from seven drinking water reservoirs according to ISKI data. Obviously, the surface water resources have not been protected efficiently which suggests that the current regulations are not sufficient or sufficiently applied. The problem is growing to a crisis of water shortage. Therefore, authorities must take some urgent actions to prevent any crises in the near future.

In this presentation the water potential of İstanbul is reconsidered. Previous studies, predictions, and the extent of realization of estimations are discussed. Impacts of climate changes at present and future and adaptation options are described.

**Key Words:** İstanbul, climate change, drought, water basin, water potential, rain

## Su Kaynakları Yönetiminde Yaklaşımlar

Hüseyin Uytun<sup>1,3</sup>, Deniz Özbek<sup>1,3</sup>, Güvenç Çelebi<sup>2,3</sup>,  
Bulut Tortopoğlu<sup>1,3</sup> ve Bahadır Güler<sup>1,3</sup>

<sup>1</sup> Hacettepe Üniversitesi Hidrojeoloji Mühendisliği, 06532 Beytepe, Ankara  
(E-posta: huytun@gmail.com)

<sup>2</sup> Hacettepe Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği, 06532 beytepe, Ankara

<sup>3</sup> TMMOB Jeoloji Mühendisleri Odası, JeoGenç, 06410 Kızlay, Ankara

---

Dünya Su Konseyi tarafından gerçekleştirilen Dünya Su Forumları, suyu kullanma hakkına “kimin sahip olacağı”na dair fikir birliği sağlamak üzere gerçekleştirilen toplantılardır. Aynı amaçlarla beşincisi İstanbul’da gerçekleştirilecek olan Dünya Su Forumu’ndan sonra, suyla ilgili değişim sürecinin zaten hayata geçirilmeye başlanmış olduğu Türkiye’de de, suyun ticarileştirilmesinin “meşru” temelleri atılmış olacaktır.

Dünya Su Konseyi, en yalın haliyle bir insan hakkı olan suyun farklı bir bilinçle zihinlerde yer etmesi amacıyla etki alanı oluşturmak gibi bir niyetle de hareket etmektedir. Bu amaçla ‘yönetişim’, ‘bütünleşik su kaynakları yönetimi’, ‘özelleştirme’ ve ‘sürdürülebilirlik’ gibi kavramları suyla birlikte kullanma gayreti göstermekte ve yapılan her bir Su Forumu’nda değişik anlamlar yükleyerek zihinlere sokmaya çalıştığı bu kavramların içerikleriyle sürekli oynamaktadır.

Bütünleşik kaynak yönetimi, suların siyasal-coğrafi sınırlara değil doğal-coğrafi sınırlara göre kullanılacak yönetsel birimler eliyle yönetilmesi anlamına gelir. Yönetişim kavramı bugün Dünya Su Yönetiminin en önemli kavramı haline gelmiştir. Bu kavramlar aynı zamanda küreselleşmesinin yönetim modeli olarak gelişmektedir.

Uluslararası su kuruluşları denilince akla ilk önce Dünya Bankası ve Uluslararası Para Fonu gelir. Dünya Bankası, bu gelişmeler doğrultusunda, kredi sağladığı ülkelerdeki su ile ilgili alt yapı, üst yapı, kanalizasyon gibi projeler için kamu-özel sektör işletme modelini dayatmaktadır. Dayatılan bu model kamunun işlevsiz hale getirilerek suyun özel sektöre devredilmesinin yolunu açmaktadır. Bu model suyun ticari bir mal gibi değerlendirilmesi gerektiği anlayışı üzerine kuruludur.

Yaşamın sürdürülebilmesi için vazgeçilmez bir kaynak olan su, bir ticari mal gibi görülmemelidir. Su insanların ödeme gücü yerine ihtiyacına göre dağıtılmalıdır.

**Anahtar Sözcükler:** su, Dünya Su Forumu, yönetişim, bütünleşik su kaynakları yönetimi, özelleştirme, sürdürülebilirlik

## Approaches on Water Resources Management

Hüseyin Uytun<sup>1,3</sup>, Deniz Özbek<sup>1,3</sup>, Güvenç Çelebi<sup>2,3</sup>,  
Bulut Tortopoğlu<sup>1,3</sup> & Bahadır Güler<sup>1,3</sup>

<sup>1</sup> Hacettepe Üniversitesi Hidrojeoloji Mühendisliği, Beytepe, TR–06532 Ankara, Türkiye  
(E-mail: huytun@gmail.com)

<sup>2</sup> Hacettepe Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği, Beytepe, TR–06532 Ankara, Türkiye

<sup>3</sup> TMMOB Jeoloji Mühendisleri Odası, JeoGenç, Kızılay, TR–06410 Ankara, Türkiye

---

World Water Forum is a meeting in which the participants aim to come to an agreement on who will have the right to use water. After the 5<sup>th</sup> World Water Forum, sharing the same purpose with the previous ones, will take place on Istanbul, the legal foundations necessary to prepare appropriate conditions to achieve the complete commercialization of water will be set in Turkey, where the transformation process concerning water management applications have already started.

World Water Council (WWC) acts in a manner to distort definition of the water use which could be purely defined as a human right. To achieve this, WWC tries hard to mention sustainability, integrated water resources management, governance and such concepts with water use and in every water forum it also alters and gives other meanings to these concepts that it tries to impose to people.

Integrated water resources management implies that water use should be administrated considering natural-geographic boundaries instead of state-geographic boundaries. Recently, governance concept becomes the most important concept for world water management implemented by WWC.

When international organisations concerning water management planning are mentioned, the prominent World Bank and International Monetary Fund are recognised first. World Bank, in accordance with its attitude towards the water use, insists on the public-private investment management for the infrastructure projects in the countries it gives credit. This model based upon the idea that water should be considered as a commodity.

Water is an indispensable resource for life thus, it must not be treated like a commodity and it should be distributed by considering human rights and needs.

**Key Words:** water, World Water Forum, governance, integrated water resource management, privatization, sustainability

## **Karst Yeraltıları Yönetiminde Koruma Alanları Haritalarının Oluşturulmasının Önemi, Sivrihisar-Kayakent Örneği**

Muhterem Demiroğlu

*İstanbul Teknik Üniversitesi, Maden Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü,  
34469 Maslak, İstanbul (E-posta: copuroglum@itu.edu.tr)*

---

Yeraltıları Türkiye'nin yarı kurak bölgelerinde çoğu zaman tek su kaynağıdır. Karst akiferleri de büyük depolama kapasiteleri, kolay ve hızlı kirlenebilirliği ile su yönetimi açısından ayrı öneme sahiptir. Yasalarla belirlenen koruma alanları, beslenme alanları oldukça büyük olan karstik ortamlarda yeterli ve etkili olmamaktadır. Bu anlamda, karstik akiferlerin koruma alanlarının bölgesel hidrolojik, jeomorfolojik, jeolojik, hidrojeolojik özelliklerine bağlı olarak ayrı ayrı belirlenmesi gerekmektedir.

Bu örnek çalışma ile yarı kurak iklim özelliğindeki Kayakent- Sivrihisar karstik kaynaklarının koruma alanları haritaları oluşturulmuştur. Haritalar, CBS destekli çoklu öznitelikler yaklaşımı ile hazırlanmıştır. Bu yaklaşımla öncelikle yeraltılarının kirlenmeye karşı zayıf alanların oluşmasında etken temel nitelikler gruplandırılmıştır. Ana parametreler akifer sistemi ile ilgilidir (jeoloji, karstik sistemin gelişimi, koruyucu örtü, yeraltı suyu derinliği). 2. grup ise sistem dışından etkilerdir (eğim, drenaj yoğunluğu, net beslenme, arazi kullanımı). Bu parametrelerin ayrı ayrı haritaları oluşturulmuş, GBS mesafe bulma, tekrar sınıflandırma, ağırlıklı etki katsayılarını dikkate alarak veri setlerini birleştirme fonksiyonları ile yeniden üretilmiştir. Ağırlıklı etki katsayıları ile çarpılarak kirlenmeye karşı risk değerleri belirlenmiş ve son olarak kirlenmeye karşı zayıf alanlar haritası oluşturulmuştur. En yüksek değerler en zayıf alanları göstermiştir. Su kaynakları koruma alanlarının (mutlak, kısa, orta ve uzun mesafeli) belirlenmesinde bu haritalardan yararlanılmalıdır.

**Anahtar Sözcükler:** akifer, CBS, koruma alanı, karst, yeraltı suyu



## **The Importance of Vulnerability Maps in the Management of Karst Groundwater, Sivrihisar-Kayakent Case**

Muhterem Demiroğlu

*İstanbul Teknik Üniversitesi, Maden Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Maslak,  
34469 İstanbul, Türkiye (E-mail: copuroglum@itu.edu.tr)*

---

Groundwater is unique water in semi-arid region of Turkey. Karst aquifers have great importance in water management because of high reservoirs capacity and rapid and easy response to contamination. Karst aquifers have large recharge areas and generally located at higher elevations so protection zones of that defined by laws may be ineffective and inadequate. Protection zones of karst aquifers should be prepared separately depending on regional hydrologic, geomorphologic, geological, hydrogeological properties.

With this sample study, the vulnerability maps of Kayakent-Sivrihisar karstic springs located in semi-arid region are produced. Maps are prepared by GIS multi-attribute approach. Firstly, parameters, effective in forming groundwater vulnerability areas are grouped. Main group are related with aquifer parameters (geology, development karstic structures, protective cover, deepness of groundwater). Second group are external factors (hydromorphology, slope, drainage density, net recharge, land use). Maps are performed via the Straight Line Distance function. Maps of each parameters are overlaid step by step to generate a composite map of the study area. Maps are weighted, giving each a percentage influence. The higher the percentage, the more influence had in the vulnerability map which is done by adding the scores of various parameters via raster calculation function. The vulnerability maps should be used to delineate the groundwater protection zones as defined in the related regulations, namely, absolute, first degree, second degree and third degree.

**Key Words:** aquifer, GIS, protection area, groundwater, karst

## İzник Çevresindeki Antik Mermer Ocaklarına Boşaltılan Sıvı Atıkların Yeraltı Suyu Kalitesine Etkisi

Celalettin Şimşek<sup>1</sup>, Bahadır Yavuz<sup>2</sup>, Hakan Elçi<sup>1</sup>, Alper Elçi<sup>3</sup> ve Orhan Gündüz<sup>3</sup>

<sup>1</sup> *Dokuz Eylül Üniversitesi, Torbalı Meslek Yüksekokulu, 35860 Torbalı, İzmir  
(E-posta: celalettin@deu.edu.tr)*

<sup>2</sup> *Dokuz Eylül Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 35160 Buca, İzmir*

<sup>3</sup> *Dokuz Eylül Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Çevre Mühendisliği Bölümü, 35160 Buca, İzmir*

Çalışma alanı içerisinde temel kayalarını Paleozoyik yaşlı grafitli şist, muskovit-kuvars şist ile mermer bant ve mercikleri içeren Dereköy metamorfileri ve bunları üzerleyen gri-grimsi siyah renkli, heteroblastik dokulu, belirgin tabakalanmalı ve sık çatlaklı İzник Mermerleri oluşturur. İzник mermerlerinin antik Roma döneminde doğal yapıtaşı kaynağı olarak kullanılmış olması nedeniyle, yörede çeşitli boyutlarda 20’den fazla antik mermer ocağı bulunmaktadır. Antik ocakların çukur ocak niteliğinde olan üç tanesinin içerisine İzник ve çevresindeki evsel atıksular boşaltılmıştır. Bu atıksuların çevresel ve İzник ovası yeraltı suyu kalitesine etkisinin belirlenmesi amacıyla yürütülen çalışmada ilk olarak depo alanı olarak kullanılan mermerlerin mühendislik özellikleri araştırılmıştır. Antik mermer ocakları ve yakın çevrelerinde yürütülen süreksizlik ölçümleri ile mermerlerin içerdiği süreksizlik düzlemlerinin ağırlıklı olarak 84/68, 194/84 ve 344/72 konumlu ve yüksek eğim açılı olduğu saptanmıştır. Süreksizlik ara uzaklıkları ile sıklık oranları arasında negatif eksponansiyel bir eşitlik olduğu belirlenmiş ve İzник mermerlerinin ortalama süreksizlik ara uzaklıklarının 37 ile 84 cm arasında değiştiği saptanmıştır.

Hidrojeolojik açıdan İzник mermerleri ve alüvyon en önemli akifer kayalarını oluşturmaktadır. Mermerlerin içerdiği süreksizlik düzlemlerinin dolgusuz ve yüksek eğimli olması, üzerlerine boşaltılan sıvı atıkların kaya içerisinde hızlı hareket etmesine olanak sağlamaktadır. İzник ovasında yapılan yeraltı su seviyesi ölçümlerinde, kuyuların su seviyeleri 5,0–17,0 m arasında değiştiği ve yeraltı suyu genel akım yönünün kuzey olduğu gözlenmiştir. Yeraltı suyu akımının mermerlerin içerdiği KB–GD kırık sistemi tarafından kontrol edildiği ve mermerlerde hareket eden atık suların alüvyona boşalarak antik ocaklara yakın kuyulardaki yeraltı suyu kalitesini etkilediği belirlenmiştir. Bu bağlamda yapılan su kimyası çalışmalarında, evsel atıkların Na-Cl tipi sular olduğu ve yüksek oranda Na (3260 mg/l), K (903 mg/l) ve Cl (10396 mg/l) içermektedir. Sıvı atıklardan etkilenen yeraltı suyu akım yönündeki kuyuların Na, Cl ve K değerleri diğer noktalara oranla daha yüksek değerler vermektedir. Üç farklı antik mermer ocağı içerisine boşaltılan sıvı atıkların, mermerler içerisindeki süreksizlik düzlemleri boyunca hareket ettiği ve hareket yönünde alüvyon içerisinde bulunan kuyuların su kalitesini etkilediği saptanmıştır.

**Anahtar Sözcükler:** sıvı atık, karstik akifer, antik ocak, İzник

## Impacts of Disposal of Sewage in Ancient Marble Quarries on Groundwater Quality

Celalettin Şimşek<sup>1</sup>, Bahadır Yavuz<sup>2</sup>, Hakan Elçi<sup>1</sup>, Alper Elçi<sup>3</sup> & Orhan Gündüz<sup>3</sup>

<sup>1</sup> *Dokuz Eylül Üniversitesi, Torbalı Meslek Yüksekokulu, Torbalı, TR–35860 İzmir, Türkiye  
(E-mail: celalettin@deu.edu.tr)*

<sup>2</sup> *Dokuz Eylül Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Buca,  
TR–35160 İzmir, Türkiye*

<sup>3</sup> *Dokuz Eylül Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Çevre Mühendisliği Bölümü,  
TR–35160 İzmir, Türkiye*

---

The Derekoymetamorphics are basement rocks that consist of graphite schist, muscovite-quartz schist and marble lenses. The intensely fractured İznik marble overlays the grey-black schist unit that has grey-black color, which has dense fractures and thin layer with heteroblastic texture. There are 20 ancient marble quarries in the study area which were exploited for natural construction material in the Roman era. Wastewater from İznik and surrounding residential areas was discharged in three deep ancient marble quarries. The aim of this study was to investigate the effects of this wastewater discharge on the groundwater quality of the region. Firstly, the engineering properties of the marble were studied. Based on structural analysis in the ancient quarries, it was found that the main structural features were oriented with 84/68, 194/84 and 344/72 with a high slope angle. The relation between the discontinuity spacing and frequency was found to give a negative exponential distribution and the mean discontinuity spacing were determined to be varying between 37 and 84 cm of the studied İznik ancient marble quarries.

In terms of the hydrogeology, İznik marble and alluvium units constitute the main aquifer system in the study area. Because of the İznik marble has highly fractural feature, the wastewater in the quarries moved rapidly within the rock. It was observed that the groundwater level changed roughly between 5 and 17 m and that the general groundwater flow direction was north. The marble NW–SE fracture direction controls the groundwater flow and the flow of the wastewater, therefore the groundwater quality was affected by the discharged wastewater. Based on these results, the groundwater chemistry was also studied. The wastewater has high contaminant content. The wastewater was Na-Cl water type and the concentrations of Na (3260 mg/l), K (903 mg/l) and Cl (10396 mg/l) were very high. It was also found that the affected groundwater had higher Na, K and Cl concentrations when compared the other sites. Sewage in the ancient quarries moved quickly through the fracture zone and affected the groundwater quality near the waste site.

**Key Words:** sewage, marble aquifer, ancient quarry, İznik

## İzmir Çevresinde Derin Akiferin Araştırılmasına Yönelik Çalışmalar

Celalettin Şimşek<sup>1</sup>, Zülfü Demirkıran<sup>1</sup>, Burhan Erdoğan<sup>2</sup> ve Uğur Ulutaş<sup>3</sup>

<sup>1</sup>*Dokuz Eylül Üniversitesi, Torbalı Meslek Yüksekokulu, 35860 Torbalı, İzmir  
(E-posta: celalettin@deu.edu.tr)*

<sup>2</sup>*Dokuz Eylül Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 35160 Buca, İzmir*  
<sup>3</sup>*Su-SAN Sondajcılık San.Tic.Ltd.Şt., 35100 İzmir*

Günümüzde yüzey suları kirlenme ve küresel ısınmaya bağlı olarak ileri derecede tüketilmiş ve ihtiyaçları karşılamamaktadır. Dünya üzerindeki su rezervlerinin % 0.61'lik bölümü yeraltı suyu olarak bulunmaktadır. Bu oranın göller ve nehirlerdeki suyun toplamının otuz katı olduğu bildirilmektedir. Bu nedenle, yüzeysu kaynakları ile birlikte yeraltısu kaynaklarının doğru bir şekilde kullanımı büyük bir önem taşımaktadır. Bununla birlikte, sığ akifer sistemleri özellikle alüvyondan alınan yeraltı sularının tükenme noktasına geldiği ve alüvyona açılan kuyuların yaz aylarında kurduğu gözlenmektedir. Bu nedenle, yeraltısu aramaları daha derinlerde bulunan derin akifer sistemlerinin ortaya çıkartılması için yoğunlaşmıştır. Bu çalışmaların en yoğun olduğu bölgeler arasında ise İzmir İlinin doğu ve güneybatı kesimleri bulunmaktadır. Türkiye'nin batısında İzmir ili sınırları içerisinde yer alan ovalarda, sanayinin gelişmesi ile yüzeysel akiferlerdeki yeraltı suları aşırı bir şekilde tüketilmiştir ve buna bağlı olarak derin akiferlerin araştırılması hız kazanmıştır.

İzmir çevresinde yapılan jeolojik, jeofizik, hidrojeolojik etüdlere ve yapılan sondajlarda hidrojeolojik açıdan önemli üç farklı kaya grubunun varlığı tespit edilmiştir. Torbalı Ovası kesimlerinde temelde Menderes Metamorfikleri, Kemalpaşa ovası ve çevresinde ise Bornova karmaşığı bulunmaktadır. Temel kayaları üzerine uyumsuzlukla Neojen yaşlı sedimanter kayalar gelmektedir. Menderes Metamorfikleri şist ve mermerler ise temsil edilmektedir. Bornova karmaşığı, allokton rekristalize kireçtaşları, kumtaşı-şeyl, ve fillitlerden oluşmaktadır. Konsolide olmuş Neojen Tortullarını oluşturan kumtaşı, çakıltaşı ve kireçtaşları uyumsuz olarak temel kayalarını örtmektedir. Son olarak Kuvaterner yaşlı alüvyonel çökeller de inceleme alanındaki en genç birimler olarak en üstte yer almaktadır. Bölgede, bu üç tabakada oluşmuş dört farklı akifer tespit edilmiştir. Bunlar, (i) Menderes metamorfikleri içerisindeki mermerler, Bornova karmaşığı içerisindeki allokton rekristalize kireçtaşları, (ii) Kalınlıkları 300-400 m arasında değişen Neojen birimler içerisindeki kumtaşları-çakıltaşı ve kireçtaşları; (iv) en üstte yer alan konsolide olmamış kalınlıkları 100 m'den az olan alüvyon olarak tanımlanabilir. Bu akifer sistemlerinde yer alan alüvyonlar ve Neojen seriler yeterli oranda su ihtiyacını karşılamamaktadır. Özellikle, aşırı çekimler nedeniyle alüvyonlardaki yeraltı suyu tükenme noktasına gelmiştir. Neojen serilerden yapılan sondajlarda ise yeterli oranda yeraltı suyu sağlanamamaktadır. Bu nedenle jeofizik çalışmaların ışık tuttuğu kesimlerde yapılan derin sondajlarda, Torbalı'da 500 derinliklerde Menderes Metamorfikleri içerisindeki mermerlerden 30 lt/sn debi ile Kemalpaşa Ovasında ise 800 m derinlikte Bornova Karmaşığı içerisindeki allokton kireçtaşlarından 30 lt/sn debi ile yeraltı suyu üretimi yapılmaktadır. Bu göstergeler ışığında İzmir ili için derin akiferlerin araştırılması ve gelecek yıllardaki su gereksinimi karşılayacak alternatif kaynaklar arasına almak gerekir.

**Anahtar Sözcükler:** derin akiferler, hidrojeolojik model, İzmir

## Deep Aquifer Exploration Studies Around İzmir

Celalettin Şimşek<sup>1</sup>, Zülfü Demirkıran<sup>1</sup>, Burhan Erdoğan<sup>2</sup> & Uğur Ulutaş<sup>3</sup>

<sup>1</sup> *Dokuz Eylül Üniversitesi, Torbalı Meslek Yüksekokulu, Torbalı, TR–35860 İzmir, Türkiye  
(E-mail: celalettin@deu.edu.tr)*

<sup>2</sup> *Dokuz Eylül Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Buca,  
TR–35160 İzmir, Türkiye*

<sup>3</sup> *Su-SAN Sondajcılık San.Tic.Ltd.Şt., TR–35100 İzmir, Türkiye*

---

Surface waters of the earth are scarce, mostly contaminated and heavily consumed. Groundwater constitutes 0, 65 % percent of the total water in the hydrosphere and amounts 30 times of the surface water. In the last decades exploration of groundwater has become important task. Shallow groundwater aquifers relatively better known and prone to climatic change. Exploration of deep groundwater aquifers are now important task for earth sciences. Around İzmir region, shallow ground waters in alluvial plain have been exploited for industrial usages and investigation of deep aquifers are now important task. In İzmir region for groundwater exploration three groups of rocks association are delineated. First is the Menderes metamorphics underlying the Torbalı alluvial plain, second is the Bornova melange around Kemalpaşa Plain and third group is Neogene sedimanter rocks. The Menderes metamorphics rock consists of mica schists and marbles, the Bornova melange consist of shared flysch matrix and mega blocks of platform limestone. The Neogene units are make up of strongly cemented and consolidated sandstones, conglomerates and limestones lenses. Pleistocene-Quaternary unconsolidated sediments overlay the alluvial planes. Four different aquifers are important; (1) marbles in the Menderes Massif, (2) limestone blocks in the mélangé, (3) sandstone, conglomerate and limestone of the Neogene units, (4) unconsolidated alluvial sediments of less than 100 m thickness, overlying the basement rocks. The aquifer in the Neogene and alluvial sediments are scarce. Especially alluvial aquifers are nearly depleted by overexploitation. Around Torbalı plain, Kemalpaşa Plain and Buca regions deep geophysical investigation have been performed and from 500 m to 800 m deep aquifers are discovered in the platform limestone blocks in mélangé and in the Menderes metamorphics. These deep wells yield about 30 l/sec of high quality usable water. In this perspective, the deep aquifer system should be investigated and it is considered to be alternative water sources in future for İzmir.

**Key Words:** deep aquifers, hydrogeological model, İzmir

## **Deliçay-Tarsus Çayı (Mersin) Arasında Kalan Bölgedeki Yeraltı Sularının Tarımsal Sulama Suyu Kalitesi Açısından Değerlendirilmesi**

Can Akbulut, Mehmet Ali Kurt, Cüneyt Güler ve Musa Alpaslan

*Mersin Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü,  
33343 Çiftlikköy, Mersin (E-posta: canakbulut@mersin.edu.tr)*

---

Bu çalışmada, tarımsal (özellikle seracılık) ve endüstriyel faaliyetlerin yoğun olduğu Deliçay-Tarsus Çayı (Mersin) arasında kalan bölgedeki yeraltı sularının tarımsal sulama suyu olarak kullanılabilirliği araştırılmıştır. Ağustos 2008’de bölgedeki mevcut kuyulardan seçilen toplam 215 kuyudan yeraltı suyu örnekleri alınmış ve çeşitli fiziksel parametrelere (elektrik iletkenlik ve pH) ait değerler, majör iyonlar (kalsiyum, magnezyum, sodyum ve potasyum) ve anyonların (sülfat, klorür, karbonat ve bikarbonat) konsantrasyonları belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlara dayanarak, herbir su numunesi için sodyum yüzdesi (% Na) ve sodyum adsorbsiyon oranları (SAR) belirlenmiş, Wilcox ve ABD Tuzluluk Laboratuvarı diyagramları çizilmiş ve incelenen yeraltı sularının sulama suyu olarak kullanılabilirliği Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği, Teknik Usuller Tebliği’nde belirtilen sulama suyu kalite kriterleri doğrultusunda değerlendirilmiştir. Buna göre; suların %23’ü II. sınıf (iyi) ve %76’sı III. sınıf (kullanılabilir) kalitede sular olarak belirlenmiştir. 153 nolu kuyudaki su IV. sınıf (ihtiyatla kullanılabilir) kalitede iken 47, 121 ve 195 nolu kuyulardaki suların V. sınıf sular olduğu ve bu kuyulardaki suların sulamada kullanılmasının sakıncalı olduğu belirlenmiştir.

**Anahtar Sözcükler:** tarımsal sulama suyu, yeraltı suyu, su kalitesi, Deliçay, Tarsus çayı, Mersin

## **Assessment of Ground Waters in the Area Between Deliçay-Tarsus River (Mersin) with Respect to Irrigation Water Quality**

Can Akbulut, Mehmet Ali Kurt, Cüneyt Güler & Musa Alpaslan

*Mersin Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Çiftlikköy,  
TR-33343 Mersin, Türkiye (E-mail: canakbulut@mersin.edu.tr)*

---

In this study, ground waters in the area between Deliçay-Tarsus river (Mersin) were evaluated for their suitability for agricultural irrigation water where at present intense agricultural (especially greenhouse cultivation) and industrial activities are taking place. A total of 215 ground water samples were collected in August 2008 from the selected wells in the region and analyzed for various physical parameters (Electrical conductance and pH), major cations (calcium, magnesium, sodium and potassium) and anions (sulfate, chloride, carbonate and bicarbonate). Based on these results, for each water sample, percent sodium (Na %) and sodium adsorption ratio (SAR) values were determined, Wilcox and U.S. Salinity Laboratory diagrams were constructed and ground water samples were evaluated for their suitability according to criteria defined in Water Pollution Control Directive, Technical Methods Bulletin. According to results of this study; 23% of water samples are defined as Class II quality (good) and 76% of them as Class III quality (usable). Whereas, ground water from the well 153 is classified as Class IV quality (usable with caution) and ground waters from the wells 47, 121 and 195 are found to be Class V quality which indicates that waters from these wells are not suitable for irrigation.

**Key Words:** agricultural irrigation water, ground water, water quality, Deliçay, Tarsus river, Mersin

## Balıkesir-Dursunbey Bölgesinde Potansiyel Akifer Birimlerin ve Yeraltı Yayılımlarının Jeelektrik Yöntemlerle Belirlenmesi

Fethi Ahmet Yüksel<sup>1</sup>, M. Serhat Durmuş<sup>2</sup> ve Güldane Boyraz<sup>3</sup>

<sup>1</sup> *İstanbul Üniversitesi, Jeofizik Mühendisliği Bölümü, 34320 Avcılar, İstanbul*

<sup>2</sup> *Geomaster (E-posta: musedu75@hotmail.com)*

<sup>3</sup> *Samandıra Belediyesi, Abdurrahmangazi Mahallesi, Osmangazi Caddesi No: 8, Samandıra, 34887 Kartal, İstanbul*

---

Küresel ısınma sonucu dünyanın ikliminde ciddi değişimler olmaktadır. İklim değişimleri yeryüzünde, öncelikli olarak, yeraltı ve yerüstü sularının kalitatif ve kantitatif olarak etkilenmesine neden olmaktadır. Nüfus artışları ve endüstrileşme suya olan gereksinimleri gün geçtikçe artırmaktadır. Akarsu kaynaklarının yetersiz kaldığı ve tamamen kuruduğu durumlarda yer altı sularından yararlanma yoluna gidilmektedir.

Yeraltısularının verimli ve kontrollü kullanılması için jeofizik yöntemlerden yararlanılmaktadır. Jeofizik (jeelektrik) yöntemle yeraltısularının araştırılması ve sahanın yapısal ve jeolojik özelliklerinin belirlenmesinde son yıllarda sıklıkla kullanılmaktadır.

Balıkesir-Dursunbey bölgesinde jeelektrik rezistivite yöntemi kullanılarak yeraltısuyu olanakları ve çalışma alanının yapısal özellikleri araştırılmıştır. İnceleme alanında, Jeelektrik yöntemde derin aramalar için sıkça kullanılan, Düşey Elektrik Sondajı (Schlumberger elektrod dizilimi) ölçümleri yapılmıştır.

Jeelektrik rezistivite değerlerinden bölgenin iki boyutlu yatay ve düşey rezistivite dağılımlarının harita ve kesitleri çizilmiştir. Hazırlanan rezistivite değişim harita ve kesitlerinden araştırma alanında iki fay ve bu iki fay arasında kalın ve iri malzemeli alüvyon belirlenmiştir.

Yeraltısuyu aranan sahalarda, çoğu zaman, genel jeoloji ve yapısal jeoloji haritalarına ulaşamamakta veya bölge için bu haritaların üretilmediği görülmektedir. Jeofizik yöntemlerle yeraltı jeolojisi çok kısa zamanda ve ekonomik olarak belirlenebilmektedir. Balıkesir-Dursunbey bölgesinde potansiyel akifer birimlerin ve yeraltı yayılımları belirlenmiştir. Yüksek rezistiviteli, iri kumlu çakıllı, seviyelerin kil katkılı ince kumlu seviyelerden ayrımı yapılmıştır. Bölgede yeraltısuyu akışında önemli rol oynayan kırık sistemleri ortaya çıkartılmış ve çevredeki fay sistemleriyle ilişkileri irdelenmiştir.

**Anahtar Sözcükler:** düşey elektrik sondaj, Schlumberger rlektrod dizilimi, Balıkesir-Dursunbey, yeraltısuyu



## The Investigation of the Groundwater Potential and Tectonic Characteristic of the Balıkesir-Dursunbey Region with Geoelectrical Method

Fethi Ahmet Yüksel<sup>1</sup>, M. Serhat Durmuş<sup>2</sup> & Güldane Boyraz<sup>3</sup>

<sup>1</sup> *İstanbul Üniversitesi, Jeofizik Mühendisliği Bölümü, Avcılar, TR–34320 İstanbul, Türkiye*

<sup>2</sup> *Geomaster (E-mail: musedu75@hotmail.com)*

<sup>3</sup> *Samandıra Belediyesi, Abdurrahmangazi Mahallesi, Osmangazi Caddesi No: 8, Samandıra, Kartal, TR–34887 İstanbul, Türkiye*

---

As a result of the global warming, a great deal of changes has occurred in world climate. Before all else, climate changes cause surface and ground water to become affected qualitatively and quantitatively. With the increase of the population and industrialization, demand of the water is increasing day by day. In condition that rivers are deficient or drained, utilization of the groundwater occurs.

Geophysics methods are using to utilize the groundwater sufficiently and controlled. In recent years, geophysics (geoelectrical) methods has used frequently to investigate ground water and to determine tectonic and geological characteristics of the region.

The groundwater potential and tectonic characteristics of the Balıkesir-Dursunbey Region has investigated by using geoelectrical resistivity method. In the study area, the measurement of the Vertical Electrical Sounding (Schlumberger Electrode Array) has done which is used to use frequently in deep research.

The two dimension vertical and horizontal resistivity map and cross sections of the region has prepared. Two fault and alluvium with coarse and big materials between faults has determined in the study area from resistivity changes map and cross sections.

**Key Words:** vertical electrical sounding, Schlumberger electrode array, Balıkesir-Dursunbey, groundwater